

METAL FILM FORMING METHOD FOR CERAMIC BASE MATERIAL

Publication number: JP2003096554

Publication date: 2003-04-03

Inventor: MASAKI YASUSHI; TAKAHASHI HIROAKI;
KAWAHARA TOMOYUKI; KIMURA HITOSHI

Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

Classification:

- international: **C04B41/80; C04B41/88; C04B41/90; C23C14/02;
C23C14/18; H05K3/14; H05K3/16; H05K3/38;
H05K3/38; C04B41/80; C04B41/88; C04B41/89;
C23C14/02; C23C14/18; H05K3/14; H05K3/38;
H05K3/38; (IPC1-7): C23C14/02; C04B41/80;
C04B41/88; C04B41/90; C23C14/18; H05K3/14;
H05K3/16; H05K3/38**

- European:

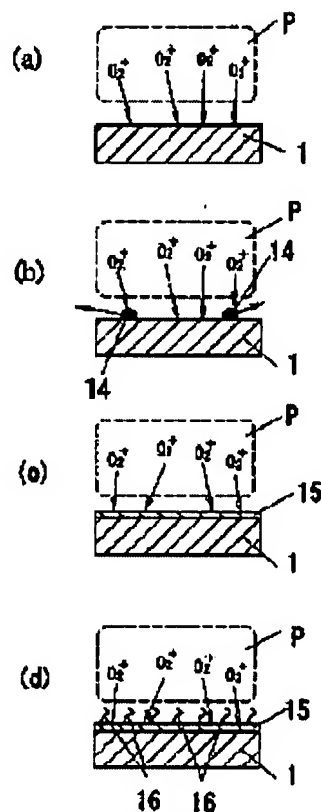
Application number: JP20010291731 20010925

Priority number(s): JP20010291731 20010925

Report a data error here

Abstract of JP2003096554

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a metal film forming method for a ceramic base material in which a metal film can be formed on the nitride or carbide ceramic base material with excellent adhesivity. **SOLUTION:** The metal film is formed on the nitride or carbide ceramic base material 1 after performing the surface modification treatment by oxygen plasma. In this modification treatment, a holding electrode 3 to hold the ceramic base material 1 and a facing electrode 4 are disposed facing each other, the high frequency power is supplied preferably by a high frequency power source 5 to the holding electrode 3 in a state in which the atmospheric gas including gaseous oxygen is present. Alternatively, the high frequency power is supplied preferably to the holding electrode 3 and the facing electrode 4 by high frequency power sources independent from each other. Gaseous oxygen and gaseous argon are preferably contained in the atmospheric gas in a space between the holding electrode 3 and the facing electrode 4.



1 セラミックス基材

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-96554

(P2003-96554A)

(43) 公開日 平成15年4月3日 (2003.4.3)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	デマコト*(参考)
C 2 3 C	14/02	C 2 3 C 14/02	Z 4 K 0 2 9
C 0 4 B	41/80	C 0 4 B 41/80	Z 5 E 3 4 3
	41/88	41/88	J
	41/90	41/90	C
C 2 3 C	14/18	C 2 3 C 14/18	
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 13 頁) 最終頁に続く			

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-291731(P2001-291731)

(22) 出願日 平成13年9月25日 (2001.9.25)

(71) 出願人 000003832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 正木 康史

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 ▲高▼橋 広明

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 10008/767

弁理士 西川 恵清 (外1名)

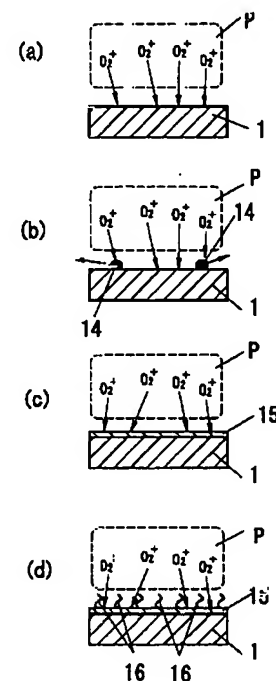
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セラミックス基材に対する金属膜形成方法

(57) 【要約】

【課題】 窒化物系又は炭化物系のセラミックス基材に対して金属膜を密着性良く形成することができるセラミックス基材に対する金属膜の形成方法を提供する。

【解決手段】 窒化物系又は炭化物系のセラミックス基材1に、酸素プラズマによる表面改質処理を施した後、金属膜を形成する。この表面改質処理は、セラミックス基材1が保持される保持電極3と対向電極4とを対向して配置し、保持電極3と対向電極4との間に酸素ガスを含む雰囲気ガスが存在する状態で保持電極3に高周波電源5にて高周波電力を供給し、あるいは保持電極3と対向電極4とにそれぞれ独立した高周波電源5にて高周波電力を供給することが好ましい。また表面改質処理時に、保持電極3と対向電極4との間の雰囲気ガス中に酸素ガスとアルゴンガスとを含有させることも好ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 窒化物系又は炭化物系のセラミックス基材に、酸素プラズマによる表面改質処理を施した後に、金属膜を形成することを特徴とするセラミックス基材に対する金属膜形成方法。

【請求項2】 酸素プラズマによる表面改質処理が施された基板に、蒸着、スパッタリング又はイオンプレーティングにより金属膜を形成することを特徴とする請求項1に記載のセラミックス基材に対する金属膜形成方法。

【請求項3】 セラミックス基材が保持される保持電極と対向電極とを対向して配置し、保持電極と対向電極との間に酸素ガスを含む雰囲気ガスが存在する状態で保持電極に高周波電源にて高周波電力を供給することにより表面改質処理を施すことを特徴とする請求項1又は2に記載のセラミックス基材に対する金属膜形成方法。

【請求項4】 表面改質処理時に、保持電極と対向電極にそれぞれ独立した高周波電源にて高周波電力を供給することを特徴とする請求項3に記載のセラミックス基材に対する金属膜形成方法。

【請求項5】 表面改質処理時に、保持電極と対向電極との間の雰囲気ガス中に酸素ガスとアルゴンガスとを含むことを特徴とする請求項3又は4に記載のセラミックス基材に対する金属膜形成方法。

【請求項6】 表面改質処理時に、まずアルゴンガス雰囲気中においてプラズマ処理を施し、続いて酸素ガスを導入して引き続きプラズマ処理を施すことを特徴とする請求項5に記載のセラミックス基材に対する金属膜形成方法。

【請求項7】 表面改質処理時に、保持電極と対向電極との間における雰囲気ガスの全圧が一定となるように保持電極と対向電極との間にアルゴンガス及び酸素ガスを供給することを特徴とする請求項6に記載のセラミックス基材に対する金属膜形成方法。

【請求項8】 表面改質処理が施されたセラミックス基材の表面に反応性スパッタリングにより金属酸化物を形成し、この表面にスパッタリングにより金属膜を形成することを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載のセラミックス基材に対する金属膜形成方法。

【請求項9】 反応性スパッタリングにより金属酸化物を形成する際に、雰囲気中の酸素ガス濃度を連続的に減少して、金属酸化物からなる層に金属酸化物に対する金属の含有量が表層側ほど増大するような組成の傾斜を形成することを特徴とする請求項8に記載のセラミックス基材に対する金属膜形成方法。

【請求項10】 表面改質処理が施されたセラミックス基材の表面にスパッタリングにて金属膜を形成する際に、アルゴンのイオンビームを照射することを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載のセラミックス基材に対する金属膜形成方法。

【請求項11】 表面改質処理が施されたセラミックス

基材の表面にスパッタリングにて金属膜を形成する際に、酸素のイオンビームを照射することの特徴とする請求項1乃至7及び請求項10のいずれかに記載のセラミックス基材に対する金属膜形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、窒化物系セラミックス及び炭化物系セラミックスからなるセラミックス基材の表面に対する金属膜の形成方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、電子機器の回路基板等を製造する方法として、セラミックス基材をメタライズして表面に銅膜等の金属膜を形成し、この金属膜に導体回路を形成することが行われていた。

【0003】セラミックス回路基板を製造するにあたって用いられるセラミックス基材として窒化アルミニウム焼結体、炭化ケイ素焼結体等のセラミックス又はガラスからなるものが挙げられる。このようなセラミックス基材に金属膜を形成するためのメタライズ方法としては、無電解めっき法や物理気相蒸着法等が挙げられる。

【0004】このうち、物理気相蒸着法は、セラミックス基材に対して例えばアルゴンスパッタリングなどの方法により銅を堆積させて銅膜を形成するものであり、表面粗化をしないと導体回路を形成できない無電解めっきに比べて、表面を粗化せずに窒化アルミニウム基材などに導体回路を形成できるので高周波特性にも優れているという利点を有している。

【0005】図13は物理的気相蒸着法による金属膜の形成工程を概略的に示すものであり、セラミックス基材1に対して予備加熱を行う仕込み室7'と、このセラミックス基材1に前処理としてアルゴンプラズマ処理などの高周波プラズマ処理を施すRFプラズマ室8'と、プラズマ処理されたセラミックス基材1にスパッタリングにて金属膜を成膜するスパッタ室9'と、金属膜が形成されたセラミックス基材1を取り出すための取出し室10'とから構成されている。

【0006】図14はセラミックス基材1に対してアルゴンプラズマ処理を行うRFプラズマ室8'の一例を示すものであって、チャンバー11'内に保持電極3'及び対向電極4'を配設し、保持電極3'をマッチング回路12'を介して高周波電源5'に接続すると共に対向電極4'をチャンバー11'を介して接地してあり、チャンバー11'内にはガス導入口13'からプラズマ生成用の雰囲気ガスを導入できるようにしてある。そして、保持電極3'にセラミックス基材1を接触させた状態で保持してチャンバー11'内にセットし、チャンバー11'内にガス導入口13'からアルゴンガスなどの雰囲気ガスを導入して、保持電極3'に高周波電力を供給することによって、保持電極3'と対向電極4'の間

での気体放電現象によりアルゴンプラズマなどのプラズマP'を生成させる。このようにプラズマP'を生成させると、プラズマP'中のアルゴンイオンがセラミックス基材1の表面に作用し、図15に示すように、セラミックス基材1の表面の汚染物14'を除去するクリーニングを行なうと共にセラミックス基材1の表層における化学結合を開裂させて未結合手16'を露出させる。

【0007】このようにセラミックス基材1の表面の改質を行った後に、スパッタ室9におけるスパッタリングなどの蒸着法等で、セラミックス基材1の表面に金属膜を形成することによって、セラミックス基材1に対する金属膜の密着性を高めようとするものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来の金属膜の形成方法では、特に窒化物や炭化物からなるセラミックス基材1の表面に金属膜を形成する場合には、窒化物や炭化物と銅などの金属との密着性が弱いために、上記のようなアルゴンプラズマによる前処理を行ってもセラミックス基材1と金属膜との間に十分な密着性を付与することは困難なものであった。

【0009】本発明は上記の点に鑑みて為されたものであり、窒化物系又は炭化物系のセラミックス基材に対して金属膜を密着性良く形成することができるセラミックス基材に対する金属膜の形成方法を提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係るセラミックス基材に対する金属膜形成方法は、窒化物系又は炭化物系のセラミックス基材1に、酸素プラズマによる表面改質処理を施した後に、金属膜を形成することを特徴とするものである。

【0011】また請求項2の発明は、請求項1において、酸素プラズマによる表面改質処理が施された基板に、蒸着、スパッタリング又はイオンプレーティングにより金属膜を形成することを特徴とするものである。

【0012】また請求項3の発明は、請求項1又は2において、セラミックス基材1が保持される保持電極3と対向電極4とを対向して配置し、保持電極3と対向電極4との間に酸素ガスを含む雰囲気ガスが存在する状態で保持電極3に高周波電源5にて高周波電力を供給することにより表面改質処理を施すことを特徴とするものである。

【0013】また請求項4の発明は、請求項3において、表面改質処理時に、保持電極3と対向電極4とにそれぞれ独立した高周波電源5にて高周波電力を供給することを特徴とするものである。

【0014】また請求項5の発明は、請求項3又は4において、表面改質処理時に、保持電極3と対向電極4との間の雰囲気ガス中に酸素ガスとアルゴンガスとを含有させることを特徴とするものである。

【0015】また請求項6の発明は、請求項5において、表面改質処理時に、まずアルゴンガス雰囲気中においてプラズマ処理を施し、続いて酸素ガスを導入して引き続きプラズマ処理を施すことを特徴とするものである。

【0016】また請求項7の発明は、請求項6において、表面改質処理時に、保持電極3と対向電極4との間における雰囲気ガスの全圧が一定となるように保持電極3と対向電極4との間にアルゴンガス及び酸素ガスを供給することを特徴とするものである。

【0017】また請求項8の発明は、請求項1乃至7のいずれかにおいて、表面改質処理が施されたセラミックス基材1の表面に反応性スパッタリングにより金属酸化物を形成し、この表面にスパッタリングにより金属膜を形成することを特徴とするものである。

【0018】また請求項9の発明は、請求項8において、反応性スパッタリングにより金属酸化物を形成する際に、雰囲気中の酸素ガス濃度を連続的に減少して、金属酸化物からなる層に金属酸化物に対する金属の含有量が表層側ほど増大するような組成の傾斜を形成することを特徴とするものである。

【0019】また請求項10の発明は、請求項1乃至9のいずれかにおいて、表面改質処理が施されたセラミックス基材1の表面にスパッタリングにて金属膜を形成する際に、アルゴンのイオンビーム6を照射することを特徴とするものである。

【0020】また請求項11の発明は、請求項1乃至7及び請求項10のいずれかにおいて、表面改質処理が施されたセラミックス基材1の表面にスパッタリングにて金属膜を形成する際に、酸素のイオンビーム6を照射することを特徴とするものである。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0022】本発明においてセラミックス基材1としては、窒化アルミニウム等の窒化物系セラミックス又は炭化ケイ素等の炭化物系セラミックスから構成されたものが用いられる。

【0023】このセラミックス基材1に金属膜を形成するための工程の一例を図2に示す。ここでは、まずセラミックス基材1を仕込み室7に導入して予備加熱を行い、このセラミックス基材1をRFプラズマ室8に導入して前処理として酸素ガスプラズマによる表面改質処理を施し、次いでプラズマ処理されたセラミックス基材1をスパッタ室9に導入して金属膜を成膜し、更に金属膜が形成されたセラミックス基材1を取出し室10から取り出すものである。

【0024】金属膜としては、適宜の金属からなるものが形成されるものであり、特に導体膜（導体回路）として形成する場合には銅、アルミニウム、ニッケル等から

なる金属膜を形成することが好ましく、また抵抗体を形成する場合には例えばニッケルクロム合金等からなる金属膜を形成することが好ましい。

【0025】図3に、酸素ガスパラズマによる表面改質処理を行うためのRFプラズマ室8の構成の一例を示す。図示の例ではRFプラズマ室8は高周波プラズマ処理装置として構成され、容量結合型プラズマにより表面改質処理を行うものである。ここでは、チャンバー11内に平板状の保持電極3及び対向電極4を相互に平行に対向させて配置して設けてある。保持電極3はマッチング回路12を介して高周波電源5に接続されており、この保持電極3は対向電極4との対向面側にセラミックス基材1を保持するようにしており、一方、対向電極4はチャンバー11を介して接地されている。またチャンバー11にはガス導入口13が設けられており、ガス導入口13からチャンバー11内にプラズマ生成用の雰囲気ガスを導入できるようにしてある。

【0026】そして、セラミックス基材1に表面改質処理を施すにあたっては、保持電極3にセラミックス基材1を保持してチャンバー11内にセットし、チャンバー11内を真空ポンプにて真空引きしてチャンバー11内を例えば 10^{-4} Pa台程度に減圧した後、ガス導入口13からチャンバー11内にプラズマ生成用の雰囲気ガスとして酸素ガスを導入する。このときのチャンバー11内の酸素ガスのガス圧は例えば10 Pa程度となるようにする。

【0027】この状態で、保持電極3に高周波電源5から高周波電力を供給することによって、保持電極3と対向電極4の間での高周波グロー放電による気体放電現象により酸素ガスを電離させてプラズマPを生成させる。このときの高周波電力の供給条件は適宜設定されるが、例えば周波数13.56 MHz、出力200 Wとし、処理時間を1分間とする。

【0028】このとき、図1に示すように、プラズマP中の酸素イオンはセラミックス基材1に衝突してセラミックス基材1の表面に作用し、セラミックス基材1の表面の汚染物14を除去するクリーニングを行う。このとき、汚染物14の除去は酸素イオンの有する運動エネルギーによってもなされるが、特にセラミックス基材1の表面に有機物の汚染物14が付着している場合には、この汚染物14を化学的に分解して CO_2 等として気化させることにより除去することができ、有機物の汚染物14の除去効果が高いものである。更に酸素イオンの作用によってセラミックス基材1の表層部分において金属-窒素間結合又は金属-炭素間結合が開裂し、この金属原子にプラズマP中の酸素イオンが結合して酸化物層15が形成される。また更にこの酸化物層15の表面には、主として「金属-酸素-」という形態の酸素を介した未結合手16が形成されて、表面が活性化される。このような表面改質処理が施されたセラミックス基材1の表面

に金属膜を形成するようにすると、金属膜と酸化物層15とは結合力の強い金属-酸素間結合を介して接合されることとなり、窒化物系又は炭化物系のセラミックスの表面に直接金属膜を形成するよりも金属膜の密着性が向上するものであり、また金属膜形成時には上記のように酸化物層15の表面が活性化されているために、金属膜の密着性が一層向上するものである。

【0029】図4は、表面改質処理を行うRFプラズマ室8の他例を示すものであり、チャンバー11内に保持電極3及び対向電極4を相互に対向させて配置して設けてある。保持電極3はマッチング回路12を介して高周波電源5に接続されており、またこの保持電極3は両面それぞれに複数のセラミックス基材1を保持するようにしている。また対向電極4は保持電極3の一面側と他面側とにそれぞれ保持電極3と対向されて配設されており、各保持電極3はチャンバー11に接続され、またチャンバー11は接地されている。

【0030】この場合も、図3に示すものと同様にセラミックス基材1に対して表面改質処理を施すことができるものであるが、保持電極3の両面にセラミックス基材1を配置してこのセラミックス基材1に表面改質処理を施すことができ、図3に示すように保持電極3の片側に対向電極4を設けたものよりも、処理効率が向上するものである。

【0031】図5は、表面改質処理を行うRFプラズマ室8の他例を示すものでありチャンバー11内に保持電極3及び対向電極4を相互に対向させて配置して設けてある。保持電極3はマッチング回路12を介して高周波電源5に接続されており、またこの保持電極3は対向電極4との対向面側にセラミックス基材1を保持するようにしている。また対向電極4もマッチング回路12を介して高周波電源5が接続されており、保持電極3と対向電極4とはそれぞれ別個の高周波電源5、5に接続されている。またチャンバー11にはガス導入口13が設けられており、ガス導入口13からチャンバー11内にプラズマ生成用の雰囲気ガスを導入できるようにしてある。

【0032】そして、保持電極3にセラミックス基材1を保持してチャンバー11内にセットし、チャンバー11内を真空引きしてチャンバー11内を例えば 10^{-4} Pa台程度に減圧した後、ガス導入口13からチャンバー11内にプラズマ生成用の雰囲気ガスとして酸素ガスを導入する。このときのチャンバー11内の酸素ガスのガス圧は例えば10 Pa程度となるようにする。

【0033】この状態で、保持電極3に高周波電源5から高周波電力を供給すると共に、対向電極4にも別の高周波電源5から高周波電力を供給することによって、保持電極3と対向電極4の間での高周波グロー放電による気体放電現象によってプラズマPを生成させる。

【0034】このとき、対向電極4に供給されている高

周波電力は、主としてプラズマを発生させる作用をし、保持電極3に供給されている高周波電力はバイアスとして作用する。このバイアスにより酸素イオンが加速され、セラミックス基材1に衝突して、セラミックス基材1の表面のクリーニングと、酸化物層15の形成と、酸化物層15の表面の活性化がなされる。

【0035】また上記のようにしてセラミックス基材1に表面改質処理を施すと、保持電極3と対向電極4にそれぞれ高周波電力を供給すると共に供給される高周波電力をそれぞれ別個に制御できるようにしているため、保持電極3と対向電極4との間の空間に生成されるプラズマPの密度は対向電極4に供給される高周波電力を制御することにより調整することができると共に、セラミックス基材1に対するイオンの衝突時のエネルギーは保持電極3に供給される高周波電力を制御してセラミックス基材1に印加される負の自己バイアス電圧を制御することにより調整することができ、生成されるプラズマPの密度とセラミックス基材1に対するイオンの衝突時のエネルギーとを別個独立に制御することができるものである。

【0036】上記のように保持電極3と対向電極4とに供給される高周波電力を制御するにあたっては、保持電極3と対向電極4とに供給される高周波の位相が一致することによる互いの高周波の干渉がないようにし、更に適正な密度のプラズマPが生成されるように対向電極4に供給する高周波電力を制御すると共に、セラミックス基材1に適正な負のバイアス電圧が印加されてプラズマP中のイオンが適正な運動エネルギーにてセラミックス基材1に衝突するように制御を行う。すなわち、図3や図4のように、保持電極3のみに高周波電力を供給すると、同一電源でプラズマPの密度とバイアス電圧を制御するため、それぞれ独立して制御することができず、最適な条件を得ることが難しいが、上記のように保持電極3と対向電極4とに供給される高周波電力をそれぞれ独立して制御すると、プラズマPの密度とバイアス電圧をそれぞれ独立して制御することができ、生成されるプラズマPの密度を増大させてもセラミックス基材1に対するイオンの衝突エネルギーを適正に保つことができるものである。

【0037】保持電極3及び対向電極4への高周波電力の供給条件は適宜設定されるが、例えば対向電極4にかかる高周波電力の供給条件を周波数200MHz、出力500Wとし、一方、保持電極3にかかる高周波電力は周波数を対向電極4よりも低い周波数、例えば400kHzとしてそれぞれの高周波電力の位相が重ならないようにすると共に、保持電極3に保持されたセラミックス基材1に印加される負の自己バイアス電圧が200Vとなるように高周波電力をフィードバック制御するものであり、この条件で、1分間処理を行うようにする。

【0038】また、保持電極3と対向電極4にかかる高

周波の周波数を同一とする場合には、保持電極3と対向電極4にかかる高周波の位相をずらすように制御して、両者の高周波電力が干渉しあわないようにすることが好ましい。この場合は、例えば図6に示すように保持電極3及び対向電極4に高周波電力を供給する各高周波電源5、5に位相シフター25を接続するようにし、この位相シフター25にて、保持電極3と対向電極4にそれぞれ供給される高周波の位相が所定角度（例えば π （ラジアン））だけずれるように制御するものである。

【0039】このときの保持電極3及び対向電極4への高周波電力の供給条件は適宜設定されるが、例えば対向電極4にかかる高周波電力の供給条件を周波数13.56MHz、出力500Wとし、一方、保持電極3にかかる高周波電力は周波数を対向電極4と同一の13.56MHzとし、更に保持電極3に保持されたセラミックス基材1に印加される負の自己バイアス電圧が200Vとなるように高周波電力をフィードバック制御するものであり、この条件で1分間処理を行うものである。

【0040】上記の例では、表面改質処理時におけるプラズマ生成用の雰囲気ガスとしては、酸素ガスのみを用いているが、酸素ガスと共にアルゴンガスを用いても良い。図7に示す例では、図3に示す構成において、ガス導入口13としてアルゴンガス導入口13aと酸素ガス導入口13bとを併設して、各ガス導入口13からアルゴンガスと酸素ガスとをチャンバー11内に導入するようにしている。

【0041】この場合は、保持電極3にセラミックス基材1を保持してチャンバー11内にセットし、チャンバー11内を真空引きしてチャンバー11内を例えば 10^{-4} Pa台程度に減圧した後、チャンバー11内にプラズマ生成用の雰囲気ガスとしてアルゴンガス導入口13aからアルゴンガスを導入すると共に、酸素ガス導入口13bから酸素ガスを導入する。このときのチャンバー11内の雰囲気中におけるアルゴンガスと酸素ガスとの比率や、チャンバー11内の雰囲気ガスの全圧等の条件は適宜設定されるが、例えばアルゴンガスと酸素ガスとの流量比率を1:1とすると共にチャンバー11内の雰囲気ガスの全圧が10Pa程度となるようにする。

【0042】この状態で、上記の場合と同様に保持電極3に高周波電力を供給し、あるいは保持電極3と対向電極4とにそれぞれ独立して高周波電力を供給すると、保持電極3と対向電極4の間でのグロー放電による気体放電現象によりアルゴンガスと酸素ガスとが電離してプラズマPが生成する。

【0043】このとき、プラズマP中のアルゴンイオンは酸素イオンと同様にセラミックス基材1に衝突してセラミックス基材1の表面に作用し、セラミックス基材1の表面の汚染物14を除去するクリーニングを行うものであり、このときアルゴンイオンは酸素イオンよりも質量が大きいことから、イオンの運動エネルギーに基づく

表面のクリーニング効果が酸素イオンよりも高く、高効率で表面のクリーニングが行われる。また高いスパッタ率を有するアルゴンイオンがセラミックス基材1に衝突することにより、セラミックス基材1を構成する窒化物系セラミックスの金属-窒素間結合や、炭化物系セラミックスの金属-炭素間結合の開裂が更に促進され、この結合が開裂した箇所に酸素が導入されることにより、セラミックス基材1の表面における酸化物層15の形成が一層促進されるものである。

【0044】また、表面改質処理において雰囲気ガスとしてアルゴンガスと酸素ガスとを併用する場合には、まずアルゴンガス雰囲気中においてプラズマ処理を施し、続いて酸素ガスを導入して引き続きプラズマ処理を施すようにして、段階的なプラズマ処理を施すこともできる。この場合は、アルゴンガス雰囲気におけるプラズマ処理により高効率でセラミックス基材1の表面のクリーニングとセラミックス基材1の表面における金属-炭素間結合又は金属-窒素間結合の開裂促進を行い、引き続き酸素ガス雰囲気におけるプラズマ処理にて酸化物層15の形成と酸化物層15の表面活性化が行えて、酸化物層15が効率良く形成されることとなり、また酸素ガス雰囲気中でのプラズマ処理にて形成される酸化物層15がスパッタ率の高いアルゴンイオンによるスパッタリングによりエッチングされて除去されるようなことを防止することができる。

【0045】例えば図8(a)に示すように、まずチャンバー11内にアルゴンガスのみを供給してアルゴンガス雰囲気中でプラズマ処理を施すことにより、アルゴンガスイオンによりセラミックス基材1の表面を高効率でクリーニングすると共に、セラミックス基材1を構成する窒化物系セラミックスの金属と窒素との結合や、炭化物系セラミックスの金属と炭素との結合の開裂を促進する。次いで、一定時間経過後、アルゴンガスの供給を停止して、一旦処理を停止した後に、チャンバー11内に酸素ガスを供給して、酸素ガス雰囲気中で一定時間プラズマ処理を施すことにより、酸素ガスイオンによりセラミックス基材1の表面に酸化物層15を形成すると共にこの酸化物層15の表面を活性化させるものである。

【0046】また図8(b)のように、まずチャンバー11内にアルゴンガスのみを供給してアルゴンガス雰囲気中でプラズマ処理を施すことにより、アルゴンガスイオンによりセラミックス基材1の表面を高効率でクリーニングすると共に、セラミックス基材1を構成する窒化物系セラミックスの金属と窒素との結合や、炭化物系セラミックスの金属と炭素との結合の開裂を促進する。次いで、一定時間経過後、アルゴンガスを供給している状態でチャンバー11内に酸素ガスを供給して、アルゴンガスと酸素ガスとが併存している状態でプラズマ処理を重複して行い、酸素ガスイオンによる酸化物層15の形成と酸化物層15の表面の活性化を開始する。次いで、

一定時間経過後、酸素ガスを供給した状態でアルゴンガスの供給を停止して酸素ガス雰囲気中でプラズマ処理を一定時間行い、処理を終了する。この場合は、プラズマ処理を中断することなく行える。

【0047】ここで、図8(a)に示す場合のようにアルゴンガス雰囲気中でのプラズマ処理の後、一旦処理を中断してから酸素ガス雰囲気中でのプラズマ処理を行うと、アルゴンガス雰囲気中でのプラズマ処理の終了後に、酸素ガス雰囲気中でのプラズマ処理が行われる前に、活性化されたセラミックス基材1の表面に残留不純物のガスが吸着して、酸素ガス雰囲気中でのプラズマ処理の効果が低減してしまう場合がある。また、図8

(b)に示す場合のようにチャンバー11内にアルゴンガスと酸素ガスの両方が存在する時間を設けることによって、アルゴンガスと酸素ガスとが併存する状態でプラズマ処理が行なわれるようにする場合、チャンバー11内にアルゴンガスと酸素ガスの両方が存在するときにガスの全圧が高くなると、グロー放電からアーク放電への移行が起きやすくなり、アークによる損傷がセラミックス基材1に生じるおそれがある。

【0048】そこで、アルゴンガス雰囲気中でのプラズマ処理、アルゴンガスと酸素ガスとが併存している状態でのプラズマ処理、酸素ガス雰囲気中でのプラズマ処理の各処理を通して、雰囲気中のガス圧を一定に保つようにするのがよい。

【0049】すなわち、図9(b)のように、セラミックス基材1をセットしたチャンバー11内にまずアルゴンガスを導入して、アルゴンガス雰囲気中でプラズマ処理を行ない、次にチャンバー11内へのアルゴンガスの導入流量を減しながら、酸素ガスの導入を開始して導入量を増やしていき、アルゴンガスと酸素ガスとが併存する雰囲気中でプラズマ処理を行ない、次にチャンバー11内へのアルゴンガスの導入を停止すると共に酸素ガスの導入を継続し、酸素ガス雰囲気中でプラズマ処理を行ない、この各処理の間、アルゴンガス及び酸素ガスの流量を調整してチャンバー11内の全ガス圧が常に一定になるようにしてある。また、図9(a)の場合は、アルゴンガスのガス圧を最初は大きく、あとは徐々に小さくするように設定し、酸素ガスのガス圧を最初は小さく、あとは徐々に大きくなるように設定し、チャンバー11内の全ガス圧が常に一定になるようにしたものである。

【0050】上記のような容量結合型プラズマ(CCP)による表面改質処理では、装置構成を簡易なものとしてできると共に、大面積のセラミックス基材1に対して表面改質処理を容易に行うことができるものであり、このため生産性が高いものである。また、プラズマ処理による表面改質処理は上記のようなものには限られず、誘導結合型プラズマ(ICP)、表面波プラズマ(SWP)等によるものであってもよい。

【0051】次に、このような表面改質処理が施された

セラミックス基材1は、スパッタリング、イオンプレーティング等の物理的気相蒸着法など、適宜の手法により、金属膜が形成される。

【0052】図10はスパッタ室9の一例を示すものであり、プラズマスパッタリングにより金属膜を形成するDCスパッタリング処理装置として形成されている。ここでは、チャンバー17内に平板状の基板ホルダー18と、銅、アルミニウム、ニッケル、ニッケルクロム合金等の金属のターゲット19を相互に平行に対向させて配置して設けてある。ターゲット19は直流電源20の負極に接続されており、この直流電源20の正極はチャンバー17に接続され、このチャンバー17を介して接地されている。また基板ホルダー18はチャンバー17に接続されており、このチャンバー17を介して接地されている。また基板ホルダー18はターゲット19との対向面側にセラミックス基材1を保持するようにしている。またチャンバー17にはガス導入口21が設けられており、ガス導入口21からチャンバー17内にプラズマ生成用の雰囲気ガスを導入できるようにしてある。

【0053】そして、プラズマスパッタリングによる金属膜形成時には、上記のような表面改質処理後のセラミックス基材1を基板ホルダー18に保持してチャンバー17内にセットし、チャンバー17内を真空ポンプ等にて真空引きしてチャンバー17内を例えば 10^{-4} Pa台程度に減圧した後、ガス導入口21からチャンバー17内にプラズマ生成用の雰囲気ガスとしてアルゴンガスを導入する。このときのチャンバー17内のアルゴンガスのガス圧は例えば0.1Pa程度となるようにする。

【0054】この状態で、ターゲット19に直流電源20から直流の負電圧を印加することによって、基板ホルダー18とターゲット19の間でのグロー放電による気体放電現象によりアルゴンガスを電離させてプラズマPを生成させる。このときの直流電圧の供給条件は適宜設定されるが、例えば出力2kWとする。

【0055】このとき、プラズマP中のアルゴンイオンはターゲット19に衝突して、ターゲット19からは金属粒子がはじき飛ばされ、表面改質処理が施されたセラミックス基材1にこの金属粒子が堆積して、金属膜が形成されるものである。

【0056】そして、このようにして所望の厚み（例えば $5\mu\text{m}$ ）となるまでスパッタリングにて金属膜の形成を行った後、基板ホルダー18を取出し室10に移動し、取出し室10からセラミックス基材1を取り出すようにするものである。

【0057】また、上記のプラズマスパッタリングによる金属膜形成処理においては、プラズマ生成用の雰囲気ガスとしては、アルゴンガスのみを用いてスパッタリングにより金属膜を形成しているが、金属膜形成に先立って雰囲気ガスとしてアルゴンガスと共に酸素ガスを用い、反応性スパッタリングにより金属酸化物からなる層

を形成しても良い。例えば図11に示す例は、図10に示す構成において、ガス導入口21としてアルゴンガス導入口21aと酸素ガス導入口21bとを併設して、各ガス導入口21からアルゴンガスと酸素ガスをチャンバー17内に導入するようにしている。

【0058】この場合は、表面改質処理が施されたセラミックス基材1を基板ホルダー18に保持してチャンバー17内にセットし、チャンバー17内を真空引きしてチャンバー17内を例えば 10^{-4} Pa台程度に減圧した後、チャンバー17内にプラズマ生成用の雰囲気ガスとしてアルゴンガス導入口21aからアルゴンガスを導入すると共に、酸素ガス導入口21bから酸素ガスを導入する。このときのチャンバー17内の雰囲気気中におけるアルゴンガスと酸素ガスとの比率や、チャンバー17内の雰囲気ガスの全圧等の条件は適宜設定されるが、例えばアルゴンガスと酸素ガスとの供給量を1:1とすると共にチャンバー17内の雰囲気ガスの全圧が0.1Pa程度となるようにする。

【0059】この状態で、上記の場合と同様にターゲット19に直流電圧を印加すると、基板ホルダー18とターゲット19の間でのグロー放電による気体放電現象によりアルゴンガスと酸素ガスとが電離してプラズマPが生成する。このときの直流電圧の供給条件は適宜設定されるが、例えば出力2kWとする。

【0060】このとき、プラズマP中のアルゴンイオンはターゲット19に衝突して、ターゲット19からは金属粒子がはじき飛ばされ、この金属粒子はプラズマP中の酸素イオンと反応することにより金属酸化物を生成し、この金属酸化物がセラミックス基材1に堆積して、金属酸化物からなる層が形成される。

【0061】次いで、プラズマスパッタリングの開始後、一定時間（例えば10秒）経過したら、チャンバー17への酸素ガスの供給量を徐々に低減していき、雰囲気中のアルゴンガスの割合を増大させながら、プラズマスパッタリングを継続して行い、最終的にはアルゴンガス雰囲気中でプラズマスパッタリングを行うようにする。酸素ガスの供給量を減少する際には、チャンバー17内の雰囲気ガスの全圧が一定に維持されるようにガス供給量を調節することが好ましい。

【0062】このとき金属酸化物からなる層のセラミックス基材1の表層側部分は、反応性スパッタリングにより金属酸化物が堆積すると共に、雰囲気中の酸素ガスの割合が減少することから金属も堆積するようになり、金属酸化物と金属とが混在すると共に金属の含有量が増大する。更にチャンバー17内の雰囲気がアルゴンガス雰囲気となると、金属酸化物からなる層の表層側には金属のみからなる金属膜が形成される。そして、金属膜の厚みが所望の厚み（例えば $0.5\mu\text{m}$ ）となるまでアルゴンガス雰囲気中でプラズマスパッタリングを行うものである。

【0063】このようにすると、表面改質処理により形成された酸化物層15に、反応性スパッタリングにより形成される金属酸化物を介して金属膜が形成されることとなり、共に酸化物から構成される酸化物層15と金属酸化物からなる層とが密着性良く形成されると共に、金属膜と金属酸化物からなる層とが密着性良く形成されることとなり、セラミックス基材1に金属膜が一層密着性良く形成される。また金属酸化物からなる層の表層側部分では金属酸化物に対する金属の含有量が表層側ほど増大するような組成の傾斜が形成されることから、金属酸化物からなる層と金属膜は更に密着性良く形成され、金属膜の密着性が更に向上する。

【0064】また上記のようにしてプラズマスパッタリングにより金属膜を形成する場合は、イオンビーム6をアシストとして照射するようにしても良い。図12に示すものでは、チャンバー17内にイオンガン22を設けたものであり、イオンガン22からセラミックス基材1に向けてイオンビーム6を照射できるようにしてある。イオンガン22としてはアルゴンのイオンビーム6を照射するイオンガン22aを設けることができ、この場合は例えばカウフマン型等のフィラメントタイプのものを用いることができる。そして表面改質処理が施されたセラミックス基材1を基板ホルダー18に保持させてセットし、真空ポンプによりチャンバー17内を例えば 10^{-4} Pa台まで真空引きし、アルゴンガスをチャンバー17にチャンバー17内のガス圧が0.1 Pa程度となるように供給しながら、ターゲット19に直流電圧を例えば出力2 kW程度で供給することによって、プラズマPを発生させて、金属膜を形成できるが、この際に同時に、イオンガン22aから例えば加速電圧500 V、ビーム電流150 mAの条件でアルゴンのイオンビーム6を照射することによって、金属粒子を表面改質されたセラミックス基材1の表層の酸化物層15に押し込むアシストを行なわせることができ、金属膜を更に密着性良く形成できる。

【0065】また、イオンガン22からのイオンビーム6の照射によるアシストをするにあたって、イオンガン22として酸素のイオンビーム6を照射するイオンガン22bを用いることにより、このイオンガン22bから酸素のイオンビーム6を照射させることによって、セラミックス基材1の表面に金属酸化物からなる層を形成し、更にアルゴンガス雰囲気におけるプラズマスパッタリングにより金属膜を形成することもできる。

【0066】この場合は、例えば表面改質処理が施されたセラミックス基材1を基板ホルダー18に保持させてセットし、真空ポンプによりチャンバー17内を 10^{-4} Pa台まで真空引きし、アルゴンガスをチャンバー17にチャンバー17内のガス圧が0.1 Pa程度となるように供給しながら、ターゲット19に直流電圧を出力2 kW程度で供給することによって、プラズマPを発生さ

せ、また同時にイオンガン22bから加速電圧500 V、ビーム電流150 mAの条件で酸素のイオンビーム6を照射する。このときプラズマP中のアルゴンイオンはターゲット19に衝突して、ターゲット19からは金属粒子がはじき飛ばされ、この金属粒子はイオンガン22bから照射される酸素イオンと反応することにより金属酸化物を生成すると共に、この金属酸化物を酸素のイオンビーム6によって、表面改質処理が施されたセラミックス基材1の表層の酸化物層15に押し込むアシストを行なわせることができ、金属酸化物からなる層を更に密着性良く形成できる。また、プラズマスパッタリングの開始後、一定時間経過したら、イオンビーム6からの酸素のイオンビーム6の照射量を徐々に低減していき、最終的にはイオンビーム6の照射を停止した状態で、プラズマスパッタリングを行うようにすると、金属酸化物からなる層のセラミックス基材1の表層側部分は、金属酸化物が堆積すると共に、雰囲気中の酸素のイオンビーム6の照射量が減少することから金属も堆積するようになり、金属酸化物と金属とが混在すると共に表層側ほど金属の含有量が増大し、更に酸素のイオンビーム6の照射が停止されると金属酸化物からなる層の表層側には金属のみからなる金属膜が形成される。そして、金属膜の厚みが所望の厚み（例えば0.5 μ m）となるまでアルゴンガス雰囲気中でプラズマスパッタリングを行うものである。

【0067】このようにすれば、金属酸化物からなる層は酸素のイオンビーム6にて金属酸化物粒子あるいは金属酸化物粒子及び金属粒子を押し込むアシストにより密着性が一層高められるものであり、またイオンガンからの酸素のイオンビーム6の照射量を調整することにより金属酸化物からなる層中における金属酸化物と金属の含有量を容易に調整することができ、アルゴンガスと酸素ガスとを含む雰囲気中での反応性スパッタリングによって金属酸化物からなる層を形成する場合よりも、金属酸化物からなる層中の金属酸化物と金属の組成比の制御が一層容易となる。

【0068】このように酸素ガスのような活性ガスを用いてイオンビーム6を照射する場合には、イオンガン22bとしては、RF型、ECR型等のノンフィラメントタイプのものを用いる必要がある。

【0069】尚、上記の記載においては、プラズマスパッタリングによる金属膜形成時に、表面改質処理後のセラミックス基材1を基板ホルダー18に保持してチャンバー17内にセットした後に、チャンバー17内を真空ポンプ等にて真空引きしているが、RFプラズマ室8とスパッタ室9とを連設した連続処理工程においては、RFプラズマ室8のチャンバー11への吸気経路とスパッタ室9のチャンバー17への吸気経路を連通させることにより、RFプラズマ室8のチャンバー11に対して真空引きを行う際に同時にスパッタ室9のチャンバー17

内も真空引きし、表面改質処理後のセラミックス基材1をこの真空引きされたチャンバー17内に移動してセットすることもできる。

【0070】

【発明の効果】上記のように本発明の請求項1に係るセラミックス基材に対する金属膜形成方法は、窒化物系又は炭化物系のセラミックス基材に、酸素プラズマによる表面改質処理を施した後に、金属膜を形成することにより、表面改質処理によりセラミックス基材の表面がクリーニングされると共に、酸化物層が形成され、更にこの酸化物層の表面が活性化されて、この酸化物層を介して金属膜を形成することができ、これにより窒化物系又は炭化物系のセラミックス基材に対しても金属膜を密着性良く形成することができるものである。

【0071】また請求項2の発明は、請求項1又は2において、酸素プラズマによる表面改質処理が施された基板に、蒸着、スパッタリング又はイオンプレーティングにより金属膜を形成するものであり、これらの手法により金属膜をセラミックス基材に対して密着性良く形成することができるものである。

【0072】また請求項3の発明は、請求項1において、セラミックス基材が保持される保持電極と対向電極とを対向して配置し、保持電極と対向電極との間に酸素ガスを含む雰囲気ガスが存在する状態で保持電極に高周波電源にて高周波電力を供給することにより表面改質処理を施すため、高周波プラズマにより表面改質処理を行うことができると共に、簡易な構成で大面積のセラミックス基材に対する処理を行うことができ、生産性が高いものである。

【0073】また請求項4の発明は、請求項3において、表面改質処理時に、保持電極と対向電極とにそれぞれ独立した高周波電源にて高周波電力を供給するため、保持電極と対向電極との間の空間に生成されるプラズマの密度は対向電極に供給される高周波電力を制御することにより調整することができると共に、セラミックス基材に対するイオンの衝突時のエネルギーは保持電極に供給される高周波電力を制御することにより調整することができ、生成されるプラズマの密度とセラミックス基材に対するイオンの衝突時のエネルギーとを別個独立に制御することができるものであり、これにより最適な条件をとることができ、例えば、生成されるプラズマの密度を増大させて処理効率を向上してもセラミックス基材に対するイオンの衝突エネルギーを適正に保つことができるものである。

【0074】また請求項5の発明は、請求項3又は4において、表面改質処理時に、保持電極と対向電極との間の雰囲気ガス中に酸素ガスとアルゴンガスとを含有させるため、酸素イオンよりも質量が大きいアルゴンイオンによりセラミックス基材の表面を高効率でクリーニングすると共に、セラミックス基材を構成する窒化物系セラ

ミックスの金属-窒素間結合や、炭化物系セラミックスの金属-炭素間結合の開裂を促進して、セラミックス基材の表面における酸化物層の形成を一層促進させることができるものである。

【0075】また請求項6の発明は、請求項5において、表面改質処理時に、まずアルゴンガス雰囲気においてプラズマ処理を施し、続いて酸素ガスを導入して引き続きプラズマ処理を施すため、アルゴンガス雰囲気におけるプラズマ処理により高効率でセラミックス基材の表面のクリーニングとセラミックス基材の表面における金属-炭素間結合又は金属-窒素間結合の開裂促進を行い、引き続き酸素ガス雰囲気におけるプラズマ処理にて酸化物層の形成と酸化物層の表面活性化が行えて、酸化物層が効率良く形成されることとなり、また酸素ガス雰囲気中でのプラズマ処理にて形成される酸化物層がスパッタ率の高いアルゴンイオンによるスパッタリングによりエッチングされて除去されるようなことを防止することができるものである。

【0076】また請求項7の発明は、請求項6において、表面改質処理中における保持電極と対向電極との間における雰囲気ガスの全圧が一定となるように保持電極と対向電極との間にアルゴンガス及び酸素ガスを供給するため、アルゴンガスのプラズマと酸素ガスのプラズマによる表面改質処理を中断することなく行って酸素ガスのプラズマによる処理前にセラミックス基材の表面に残留不純物のガスが吸着することを防ぐことができると共に、雰囲気ガスの全圧が高くなりすぎてアークによる損傷がセラミックス基材に生じることを防ぐことができるものである。

【0077】また請求項8の発明は、請求項1乃至7のいずれかにおいて、表面改質処理が施されたセラミックス基材の表面に反応性スパッタリングにより金属酸化物を形成し、この表面にスパッタリングにより金属膜を形成するため、表面改質処理により形成された酸化物層に、金属酸化物を介して金属膜を形成することができ、共に酸化物から構成される酸化物層と金属酸化物とが密着性良く形成すると共に、金属膜と金属酸化物とを密着性良く形成し、セラミックス基材に金属膜を一層密着性良く形成することができるものである。

【0078】また請求項9の発明は、請求項8において、反応性スパッタリングにより金属酸化物を形成する際に、雰囲気中の酸素ガス濃度を連続的に減少して、金属酸化物からなる層に金属酸化物に対する金属の含有量が表層側ほど増大するような組成の傾斜を形成するため、続いて形成される金属膜と金属酸化物からなる層との密着性が更に向上し、セラミックス基材に金属膜を一層密着性良く形成することができるものである。

【0079】また請求項10の発明は、請求項1乃至9のいずれかにおいて、表面改質処理が施されたセラミックス基材の表面にスパッタリングにて金属膜を形成する

際に、アルゴンのイオンビームを照射するため、スパッタリングにおいて金属粒子をセラミックス基材の表層にイオンビームにて押し込むアシストを行なわせることができ、金属膜を更に密着性良く形成できるものである。

【0080】また請求項11の発明は、請求項1乃至7及び請求項10のいずれかにおいて、表面改質処理が施されたセラミックス基材の表面にスパッタリングにて金属膜を形成する際に、酸素のイオンビームを照射するため、スパッタリングにおいて金属粒子とイオンガンから照射される酸素イオンとを反応させて金属酸化物を生成させ、この金属酸化物をセラミックス基材の表層の酸化物層に堆積させて金属酸化物からなる層を形成することができ、金属酸化物からなる層を介して金属膜を形成することができ、共に酸化物から構成される酸化物層と金属酸化物からなる層とが密着性良く形成すると共に、金属膜と金属酸化物から構成される層とを密着性良く形成し、セラミックス基材に金属膜を一層密着性良く形成することができるものである。更に、この金属酸化物からなる層形成時には酸素のイオンビームによって、金属酸化物粒子をセラミックス基材の表層に押し込むアシストを行なわせることができ、金属酸化物からなる層を密着性良く形成でき、金属膜を一層密着性良く形成することができるものである。更には、酸素のイオンビームの照射量を調整することにより、金属酸化物からなる層における金属酸化物と金属の組成比の制御を容易に行うことができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)乃至(d)はセラミックス基材に対する表面改質処理工程を示す概略の断面図である。

【図2】本発明におけるセラミックス基材に対する金属膜形成工程の一例を示す概略図である。

【図3】高周波プラズマ処理装置の一例を示す概略図で

ある。

【図4】高周波プラズマ処理装置の他例を示す概略図である。

【図5】高周波プラズマ処理装置の他例を示す概略図である。

【図6】高周波プラズマ処理装置の他例を示す概略図である。

【図7】高周波プラズマ処理装置の他例を示す概略図である。

【図8】(a)(b)は、表面改質処理時におけるチャンバー内へのガス供給量の例を示すグラフである。

【図9】(a)(b)は、表面改質処理時におけるチャンバー内へのガス供給量の例を示すグラフである。

【図10】DCプラズマスパッタリング処理装置の一例を示す概略図である。

【図11】DCプラズマスパッタリング処理装置の他例を示す概略図である。

【図12】DCプラズマスパッタリング処理装置の他例を示す概略図である。

【図13】従来におけるセラミックス基材に対する金属膜形成工程の一例を示す概略図である。

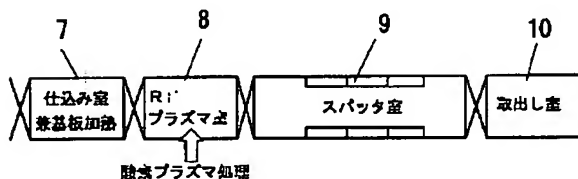
【図14】従来における高周波プラズマ処理装置を示す概略図である。

【図15】(a)乃至(c)は従来におけるセラミックス基材に対する表面改質処理工程を示す概略の断面図である。

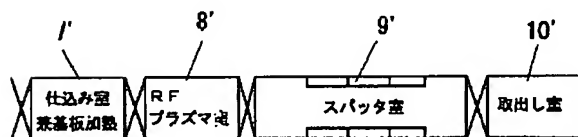
【符号の説明】

- 1 セラミックス基材
- 3 保持電極
- 4 対向電極
- 5 高周波電源
- 6 イオンビーム

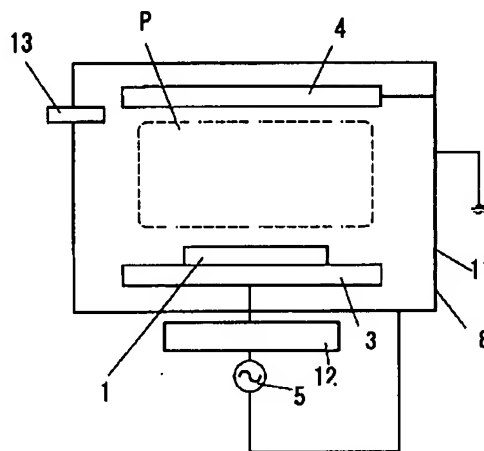
【図2】



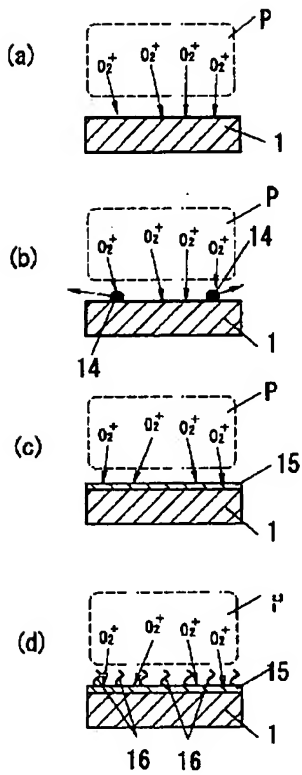
【図13】



【図3】

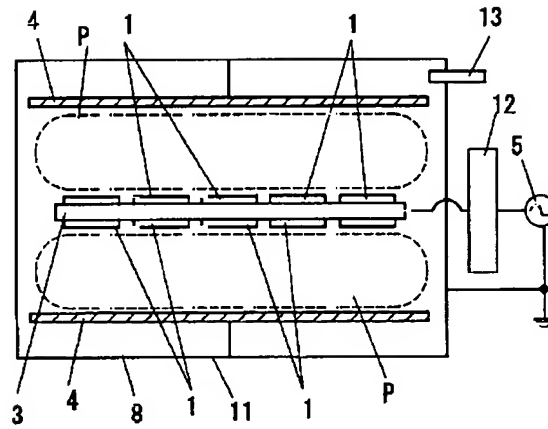


【図1】

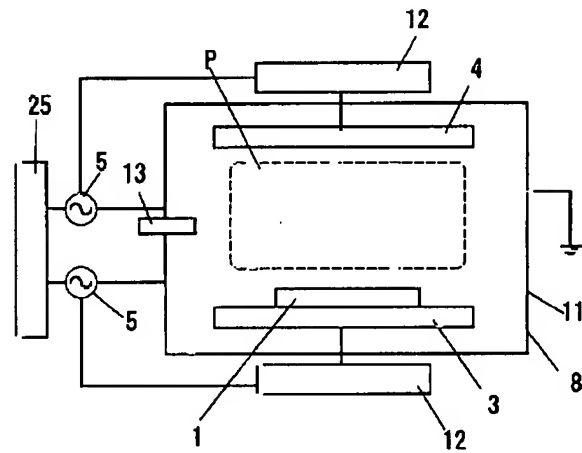


1 セラミックス基材

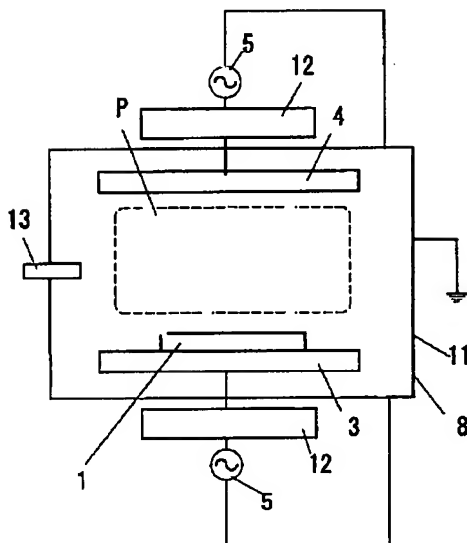
【図4】



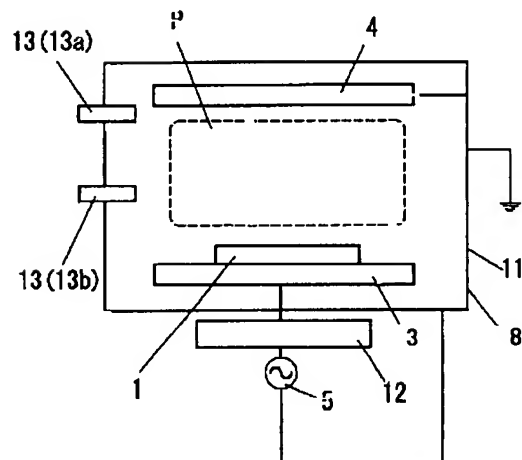
【図6】



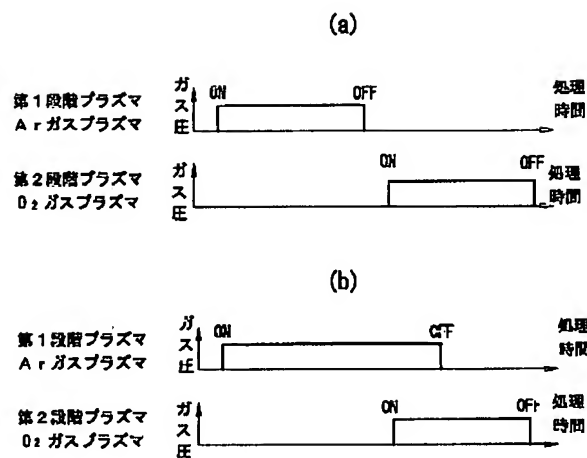
【図5】



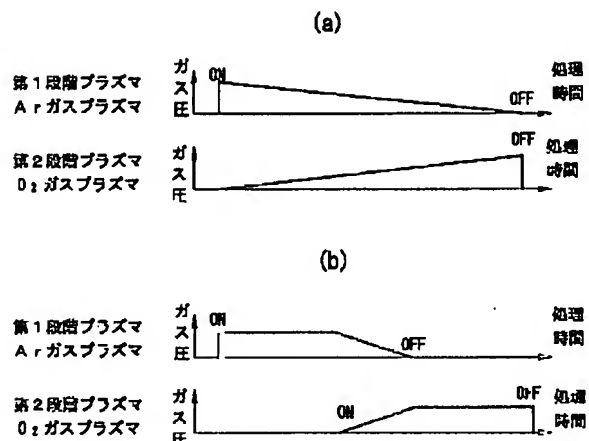
【図7】



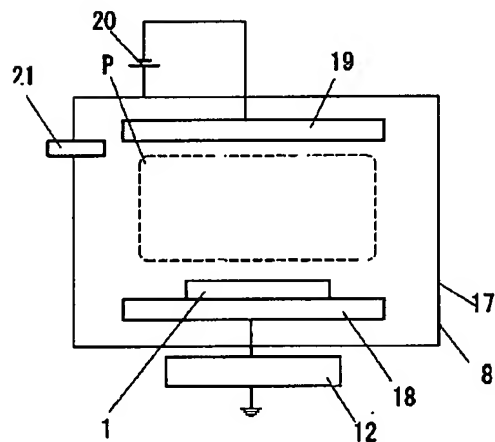
【図8】



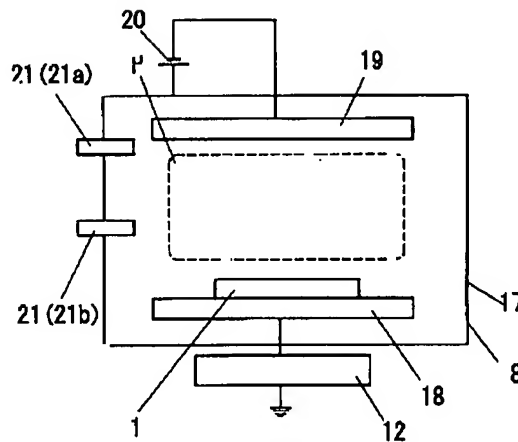
【図9】



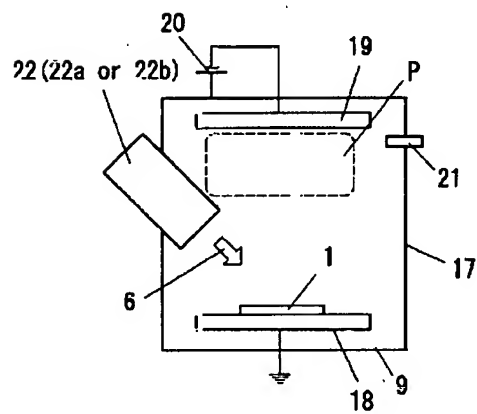
【図10】



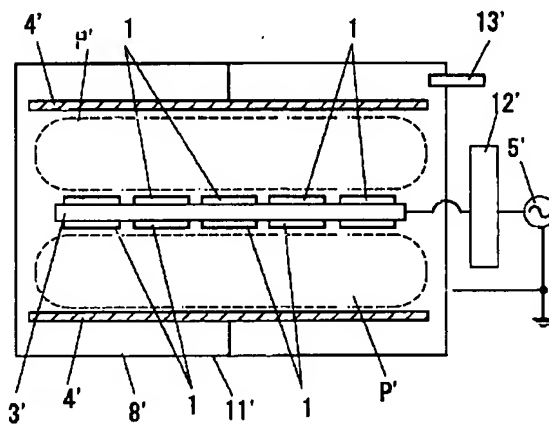
【図11】



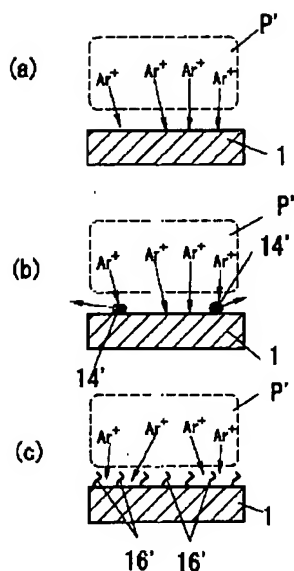
【図12】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	(参考)
H 0 5 K	3/14	H 0 5 K	3/14 A
	3/16		3/16
	3/38		3/38 A
(72)発明者 川原 智之	大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内	F ターム(参考)	4K029 AA04 BA01 BA08 BA43 BB02 BC00 BD02 CA01 CA03 CA05 CA06 DC35 EA05 FA05
(72)発明者 木村 均	大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内		5E343 AA02 AA23 AA35 AA36 BB71 DD23 DD24 DD25 EE36 GG02 GG04